

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-269969

(43)Date of publication of application : 27.09.1994

(51)Int.Cl.

B23K 26/00  
B23K 26/00  
H05K 3/00

(21)Application number : 05-057175

(71)Applicant :

HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.03.1993

(72)Inventor :

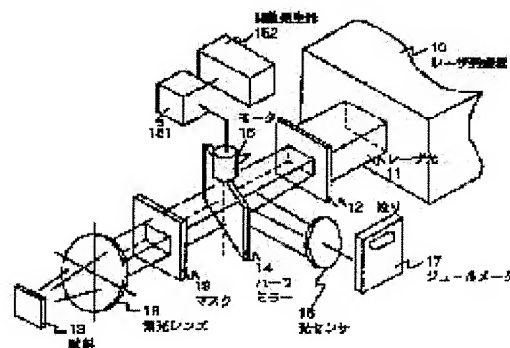
TANAKA HIDEAKI  
TERABAYASHI TAKAO  
SATO HIDEMI  
AMAMIYA KYOKO

### (54) DEVICE AND METHOD FOR LASER BEAM MACHINING OF WIRING BOARD AND WIRING BOARD

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability of a wiring by forming a conical via hole with a wide tapered angle on a multilayer circuit board.

CONSTITUTION: The intensity of a laser beam 11 passing through a stop 12 is controlled by changing the angle of a half mirror 14 to irradiate it on a mask 13, and the pattern of the mask 13 is formed on a sample 19 surface to machine a via hole. Also, the intensity of the laser beam irradiating on the sample surface is continuously controlled by controlling the angle of the half mirror 14 by a function generator 152.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

26.06.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-269969

(43)公開日 平成 6 年(1994) 9 月27日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	3 3 0	7425-4E		
		M 7425-4E		
H 0 5 K 3/00		N 6921-4E		

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21)出願番号	特願平5-57175	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地
(22)出願日	平成 5 年(1993) 3 月17日	(72)発明者	田中 秀明 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 式会社日立製作所生産技術研究所内
		(72)発明者	寺林 隆夫 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 式会社日立製作所生産技術研究所内
		(72)発明者	佐藤 秀己 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 式会社日立製作所生産技術研究所内
		(74)代理人	弁理士 高橋 明夫 (外 1 名) 最終頁に続く

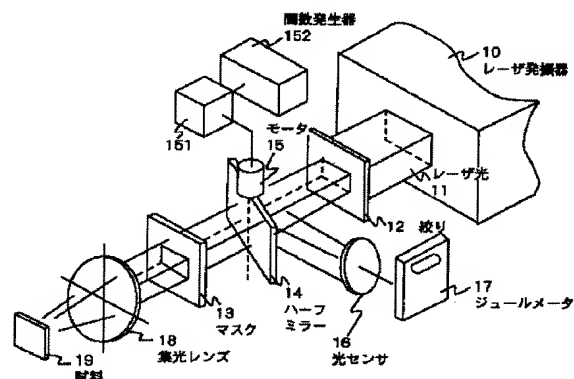
(54)【発明の名称】 配線基板のレーザ加工装置と方法および配線基板

(57)【要約】

【目的】 多層回路基板にテーパ角の広いすり鉢状のバイアホールを形成して配線の信頼性を向上する。

【構成】 絞り 1 2 を通過したレーザ光 1 1 の強度をハーフミラー 1 4 の角度を変えることにより制御してマスク 1 3 に照射し、マスク 1 3 のパターンを試料 1 9 面に結像しバイアホールを加工する。また、ハーフミラー 1 4 の角度を関数発生器 1 5 2 により制御して試料面上に照射するレーザ光強度を連続的に制御する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光を配線基板に照射して基板材料を除去、加工する配線基板のレーザ加工装置において、上記レーザ光のエネルギー密度を変化する制御手段を備え、加工部の深さ方向の形状を制御するようにしたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、上記レーザ光のエネルギー密度制御手段を、上記レーザ光の光軸に対する角度を変化することのできるハーフミラーとしたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 3】 請求項 2 において、上記ハーフミラーの角度を制御する関数発生装置を備えたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 4】 請求項 1 において、上記レーザ光のエネルギー密度制御手段を、上記レーザ光の縮小倍率を変化するものとしたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 5】 請求項 4 において、上記レーザ光の縮小倍率を変化する手段を、上記レーザ光の光軸方向に移動する試料ステージとしたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 6】 請求項 1 において、上記レーザ光のエネルギー密度分布を変化する手段を、上記レーザ光を分割するビーム分割プリズムと、光軸方向に移動可能な集光レンズと、光軸方向に移動可能な試料台とにより構成するようにしたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかにおいて、上記レーザ光を間歇的に照射する手段を備えたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれかにおいて、上記配線基板の加工パターンを備えたマスクとこのマスクの出射光を上記配線基板面に結像する手段とを備えたことを特徴とする配線基板のレーザ加工装置。

【請求項 9】 配線基板のレーザ加工方法において、請求項 1 ないし 6 に記載のいずれかのレーザ加工装置のレーザ光を、上記配線基板の表面に設けた加工パターンを有するマスクに照射するようにしたことを特徴とする配線基板のレーザ加工方法。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 8 に記載のいずれかのレーザ加工装置によりバイアホールを加工したことを特徴とする配線基板。

【請求項 11】 請求項 10 において、上記バイアホールのテーパ角を 25 度以上としたこと特徴とする配線基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はレーザ光を用いた有機材料の加工方法とその装置に係り、とくに電子回路基板のバイアホールの深さ方向形状を制御することのできる加

工方法とその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電子回路の高集積化に伴い多層配線基板の層間の導通をとるためのバイアホール寸法の微細化が進行している。このバイアホールには層間導体をめっきにより形成するために大きなテーパ角を設けることが望まれ、また、上記テーパ角は配線密度に応じて寸法を変えることが要求されている。このため、従来はエッチングや再熱処理等によりバイアホールのテーパを形成するようにしていた。

【0003】 例えば、総合電子出版社刊行の「フォトエッチングと微細加工」にはウェットエッチングやドライエッチング等により上記バイアホールの加工方法が記載されている。また、特願平 3-129078 号には、基板上に塗布した有機材料を熱処理により半硬化してレーザによりバイアホールを形成し、次いで完全硬化熱処理（ポストバーク）を行ってバイアホールのテーパを大きくする方法が開示されている。

【0004】 また、特開平 3-241741 号公報には、レーザ出力を変化させ、試料の反応生成物デテクタにより十分なエッチング速度が得られる温度条件を見出して、その条件にレーザ出力を固定して加工する方法が開示されている。また、特開平 4-37494 号公報には、CO<sub>2</sub> レーザの出力をパルス化して試料に複数回（3 回）照射することによりバイアホールの断面形状をすり鉢状にすることが開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、ウェットエッチング法ではエッチング液の温度によりバイアホールの形状が敏感に変化するので厳密な温度制御が必要であり、さらに、例えばポリイミド層間絶縁膜のエッチング液のようにヒドラジン等を含む強アルカリ性の有毒なエッチング液はプロセス的に好ましくないという問題があった。また、ドライエッチング法ではガス圧やエッチングガスの入射角条件等を制御する必要上、真空引き等の準備時間やエッチング時間及等が長く、また加工部に残渣が残る易い等の問題があった。

【0006】 また、特願平 3-129078 号公報に開示の方法は膜厚の薄い場合には効果的であるものの、膜厚の厚い場合には液状にした有機材料をスピニング等により基板に重ね塗るするため、塗布毎に半硬化処理を行う必要があり、各層毎の溶媒を同程度に蒸発することが難しいという問題があった。すなわちポストバークによりテーパを所望の形状に制御することが困難であった。本発明の目的は、上記の問題を解消して任意のテーパ角のバイアホールを形成する方法とその装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、レーザ光のエネルギー密度を変化させて加工部の深さ

10

20

30

40

50

方向の形状を制御するようにする。このため、上記レーザー光の光軸に対する角度を変化することのできるハーフミラーにより上記レーザー光のエネルギー密度を制御するようにする。さらに、上記ハーフミラーの角度を所定の関数に従って制御するようにする。

【0008】また、上記レーザー光の縮小倍率を変えて上記レーザー光のエネルギー密度を制御するようにする。このため、試料ステージを上記レーザー光の光軸方向に移動して上記レーザー光の縮小倍率を変化するようにする。また、上記レーザー光をビーム分割プリズムにより分割して光軸方向に移動可能な集光レンズにより集光して光軸方向に移動可能な試料台に照射して上記レーザー光のエネルギー密度分布を制御するようにする。

【0009】また、上記レーザー光を間歇的に照射して上記レーザー光のエネルギー密度分布をさらに制御するようにする。また、上記レーザー光を加工パターンを備えたマスクに照射してその出射光を上記配線基板面に結像するようにする。また、レーザー光を配線基板表面に設けた加工パターンを有するマスクに直接照射するようにする。また、上記の加工方法により配線基板に形成するバイアホール

【0010】

【作用】上記レーザー光のエネルギー密度制御により配線基板の加工部の深さ方向の形状が制御される。上記ハーフミラーは上記レーザー光の光軸に対する角度に応じて透過レーザー光強度を変化させ、また、上記ハーフミラーの角度を所定の関数に従って制御することにより加工部の深さ方向の形状が制御される。

【0011】また、試料ステージをレーザー光の光軸方向に移動することによりレーザー光の縮小倍率が変わってレーザー光のエネルギー密度が変化する。また、上記ビーム分割プリズムにより分割したレーザー光を光軸方向に移動可能な集光レンズにより集光して重ね合わせることでレーザー光のエネルギー密度分布が変化する。

【0012】また、上記レーザー光を間歇的に照射することにより照射レーザー光のエネルギー時間率が変化する。また、上記マスクの加工パターンを通過したレーザー光により配線基板が加工される。また、上記配線基板表面に設けた加工パターンはレーザー光を透過して配線基板を加工する。また、上記バイアホールのテーパ角を25度以上とすることによりバイアホール部に配線層が強固に形成される。

【0013】

【実施例】図1は本発明によるバイアホール形成装置の基本的構成の斜視図である。図1では試料19に照射するレーザー光11のエネルギー密度を制御して試料19のバイアホールのテーパ角を制御する。レーザー発振器10からのレーザー光11の強度分布の均一な部分を絞り12により取り出し、ハーフミラー14を介してマスク13に照射し、集光レンズ18によりマスク13の像を試料1

9上に縮小投影する。

【0014】ハーフミラー14のレーザー光11の透過率はハーフミラー14をモータ15により回転させてレーザー光11の入射角を変化させて制御する。このため、合成石英上に誘電体膜を多層蒸着したハーフミラー14を用い、誘電体多層膜の各層において成立するスネルの法則やフレネルの公式によりレーザー光11の入射方向により透過率が変化するようにする。

【0015】また、上記ハーフミラー14の回転角と透過率の関係に基づいて関数発生器152が所要の照射エネルギー密度に対応するハーフミラー14の回転角を発生するようにする。また、ハーフミラー14により反射されたレーザー光成分を光センサ18により検出してその強度をパワーメータあるいはジュールメータ17で求め、ハーフミラー14の角度を制御することもできる。

【0016】〔実施例 1〕図2はレーザー照射により有機材料の試料19上に加工したバイアホールのテーパ角とレーザー光のエネルギー密度との関係を示す特性図である。レーザーには波長248nmのエキシマレーザーを用い、マスクパターンをポリイミドシートの試料面上に投影して試料上に50μm径、50μm深さのバイアホールを加工した。

【0017】図2よりバイアホールのテーパ角はレーザー光のエネルギー密度に逆比例して一義的に定まるので、レーザー光のエネルギー密度を途中で変化させるとテーパ角を途中でかえられることがわかる。

【0018】図3は上記エネルギー密度とバイアホール径の増加量と関係図である。これより、照射エネルギー密度=0.19J/cm<sup>2</sup>にてバイアホール径の増加量は2μmとなり、エネルギー密度が0.58J/cm<sup>2</sup>に増えるとバイアホール径の増加量が10μmに増えることがわかる。これは強いエネルギー密度ではその周辺部のエネルギー密度も相対的に増加してバイアホール径を増加させるためと推定される。

【0019】したがって、レーザー光のエネルギー密度を減少させながら加工するとそのテーパ角を連続的に変化させてすり鉢状のバイアホールを形成することができる。図4はこのようにしてポリイミドシートの試料面に加工した複数のバイアホールの断面図であり、各バイアホールの形状は50μm径で、深さ50μmである。

【0020】図4(a)はエネルギー密度を1.7J/cm<sup>2</sup>一定にして加工した場合であり、テーパ角は18度程度である(図2参照)。なお、上記テーパ角は同図

(c)に示すように、バイアホールの頂部と底部の直径をd<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>、深さをhとして、tan<sup>-1</sup>{(d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub>)/2h}より算出した。図4(b)はエネルギー密度を0.3J/cm<sup>2</sup>に減らして一定とした場合であり、テーパ角は約21度に増加している。図4(c)はエネルギー密度を途中で下げた場合である。1.7J/cm<sup>2</sup>のエネルギー密度で加工し始め、深さが25μmに達した時点でエ

エネルギー密度を $0.3 \text{ J/cm}^2$ に減少した結果、テーパ角は約25度増加することができた。

【0021】図5はレーザー光のエネルギー密度に対するポリイミドシートの加工能率の特性図である。これより、テーパ角や加工深さに対応するレーザーショット数の関係を算出することができ、加工途中でエネルギー密度を変え、また、その照射ショット数を変えることにより、従来一義的であったテーパ角を制御し、25度以上のテーパ角をもつバイアホールを加工することができる。例えば図6(a)に示すように、エネルギー密度を深さ方向に対して直線的に絞ったり、あるいは図6(b)のように指数関数的に絞ることができる。なお、この制御は例えば関数発生器152により行う。

【0022】〔実施例 2〕実施例1ではマスクのパターンを試料面上に結像してバイアホールを加工したが、本実施例では、試料面に予めレーザー耐性の大きい材料のマスクパターンを形成してレーザー光を直接試料面に照射するようにする。この方法はコンフォーマルマスク法と呼ばれている。このコンフォーマルマスク法ではバイアホールの開口寸法がマスクの開口寸法により決まるので、テーパ角のみをレーザーのエネルギー密度を例えば図6(a)、または(b)のように制御する。

【0023】図7は上記テーパ角を制御するための光学系の構成図である。絞り12によりレーザー光11の強度分布が均一な部分を取り出し、これを集光レンズ71、73で構成された光学系により縮小して試料19上に照射する。集光レンズ71を固定した鏡筒72と集光レンズ73を固定した鏡筒74を光軸方向に移動できるようにし、また、試料ステージ75も光軸方向に移動できるようにしてレーザー光11の縮小倍率を調整してレーザー光11を任意のエネルギー密度で試料19上に照射する。

【0024】〔実施例 3〕図8は上記コンフォーマルマスク法に用いる他の光学系の構成図である。本実施例ではレーザー光のエネルギー密度分布そのものを制御するようにする。図8において、ビーム分割プリズム81によりレーザー光11を分割し、分割されたレーザー光の重ね合わせて強度分布を均一化し、同時にこの重ね合わせ方によりレーザー光の強度分布を制御する。すなわち、レーザー光11をビーム分割プリズム81により分割し、再合成点82の像を集光レンズ18を用いて試料19上に結像する。

【0025】また、屈折角の異なる複数のビーム分割プリズムを用い、集光レンズ18と試料ステージ75をそれぞれ独立に光軸方向に移動して分割された各レーザー光の集光角度を変えてエネルギー密度分布を変えるようにすることもできる。また、分割された各ビームを焦点距離の異なるレンズで集光してそれぞれの集光角を変えるようにしても同様の効果を得ることができる。

【0026】〔実施例 4〕図9は本発明と従来のバイアホールにおける配線層の断面図である。バイアホール

の開口径と深さは共に $50 \mu\text{m}$ である。同図(a)は従来の方法によりポリイミド膜19にバイアホールを加工した場合でありテーパ角は20度である。同図(b)は上記本発明の方法により加工した場合であり、波長 $248 \text{ nm}$ のエキシマレーザー光をエネルギー密度 $0.5 \sim 1.0 \text{ J/cm}^2$ 程度にて照射して配線層へのダメージを防止し、25度以上のテーパ角を得ている。

【0027】これらのバイアホール部にスパッタ法等により厚み $2 \mu\text{m}$ 程度の配線層91を蒸着し下地導体層92と接続する。配線層91のイオン種がポリイミド膜19に垂直に入射された場合、図9(a)ではバイアホールの側面の勾配が急であるため配線層91の厚みは肩の部分の厚み $2 \mu\text{m}$ に対して $0.7 \mu\text{m}$ と薄くなり、導通不良等が発生しやすくなる。

【0028】これに対し、図9(b)ではテーパ角が25度を広がっているためバイアホール側面部の配線層の厚みは $0.9 \mu\text{m}$ に増加するので、上記導通不良発生の危険性が格段に改善される。なお、上記各実施例においては配線基板のバイアホール形成について説明したが、本発明の装置及び方法は配線基板の他に有機絶縁材一般の加工に適用して同用の効果を得ることができる。

【0029】

【発明の効果】本発明により、配線基板に任意のテーパ角のバイアホールをレーザービーム照射により形成することができ、これによりバイアホール部に形成する配線層の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるバイアホール加工装置の斜視図である。

【図2】レーザー光のエネルギー密度に対するバイアホールのテーパ角特性図である。

【図3】レーザー光のエネルギー密度に対するバイアホール径増加量特性図である。

【図4】本発明により加工したバイアホールの断面図である。

【図5】レーザー光のエネルギー密度に対するポリイミドのバイアホールの加工能率特性である。

【図6】本発明に用いるレーザー光のエネルギー密度の制御特性例である。

【図7】本発明によるレーザービームの縮小率可変光学系の断面図である。

【図8】本発明によるレーザービームのエネルギー強度分布可変光学系の断面図である。

【図9】本発明による配線層を備えたバイアホールを従来のものと比較する断面図である。

【符号の説明】

10…レーザー発振器、11…レーザー光、12…絞り、13…マスク、14…ハーフミラー、15…モータ、151…モータの駆動装置、152…関数発生器、16…光センサ、17…ジュールメータ、18、71、73…集

光レンズ、19…試料、72、74…鏡筒、75…試料  
ステージ、81…ビーム分割プリズム、82…ビームの\*

\*再合成点、91…配線層、92…下地導体。

【図1】

【図2】

図 1

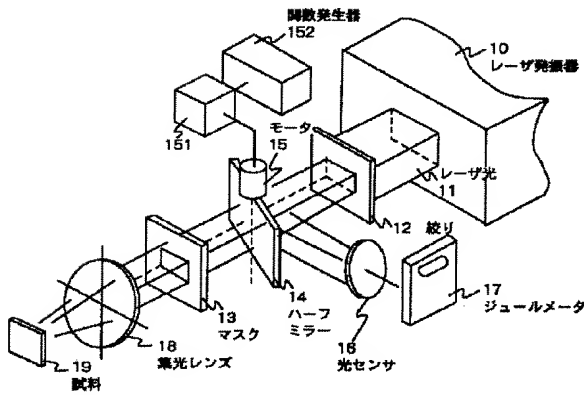
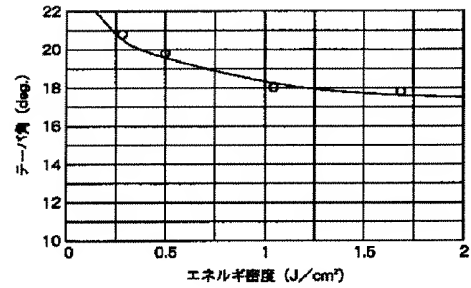


図 2



【図3】

【図4】

図 3

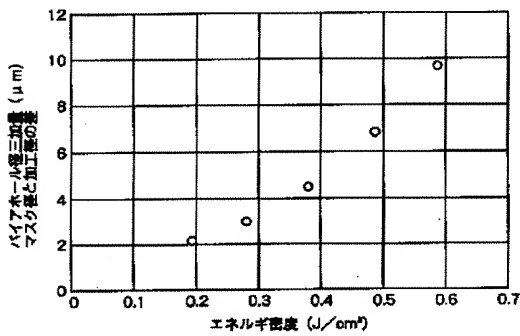
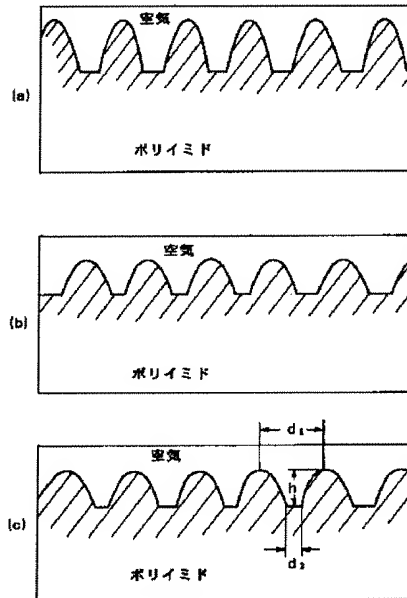
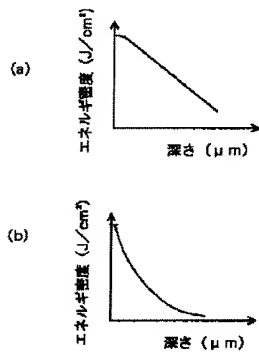


図 4



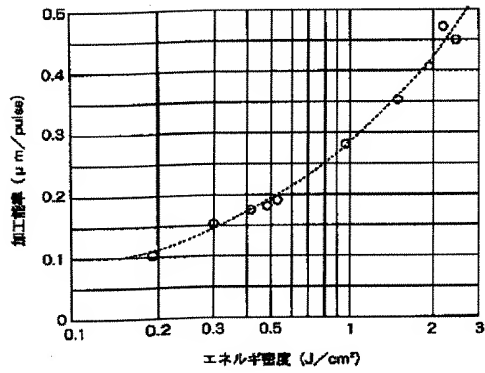
【図6】

図 6



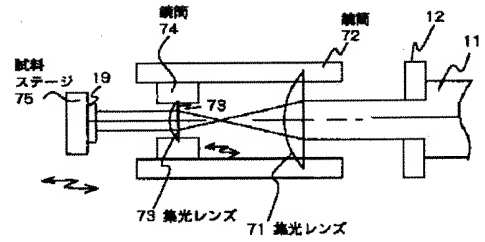
【図5】

図 5



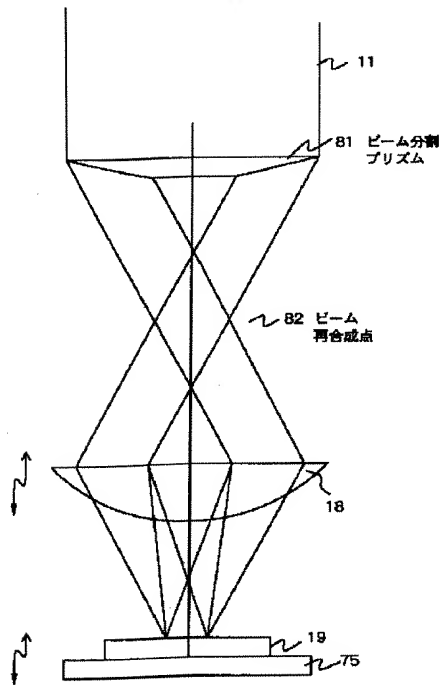
【図7】

図 7



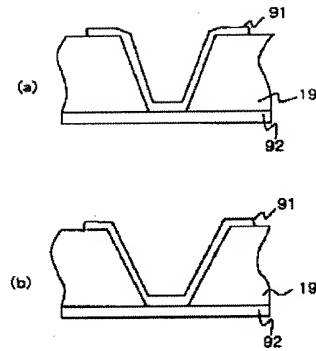
【図8】

図 8



【図9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 雨宮 恭子  
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
 式会社日立製作所生産技術研究所内